

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA***

**CALIDAD DE LAS PALETAS CURADAS DE CERDO PIO NEGRO EN
RELACION A SU PERFIL DE ACIDOS GRASOS**

presentado por

IRAIA URREAGA OTAEGUI

aurkeztua

INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA EN EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

***NEKAZARITZAKO INGENIARI TEKNIKOA NEKAZARITZA ETA ABELTZAINZA
USTIAPENAK BEREZITASUNA***

Septiembre, 2010 / 2010, Iraila

RESUMEN

RESUMEN

En España la mayor parte de la producción de paletas curadas se basa en la utilización de canales de cerdos de líneas especialmente seleccionadas por su eficiencia en sistemas de producción intensiva. No obstante, existe también una relevante producción de paletas de calidad diferenciada basada en razas y sistemas tradicionales de engorde. Dentro de este tipo de producción se encuentran las paletas analizadas. Son paletas producidas a partir de animales de la raza porcina Pío Negro criados al aire libre durante su fase de cebo en una explotación ubicada en la localidad de Arruitz (Navarra).

La composición de la grasa es uno de los factores más importantes que determina las características organolépticas de los productos curados. Por ello, se ha realizado un estudio sobre el perfil de ácidos grasos en paletas curadas de cerdo Pío Negro (Cerdo Vasco).

Se ha analizado la composición en ácidos grasos del tejido intramuscular y subcutáneo de 12 muestras donde se han identificado un total de 30 ácidos grasos mediante cromatografía de gases.

De los resultados obtenidos, se ve que los ácidos grasos mayoritarios son el ácido oleico (C18:1c9), el ácido palmítico (C16:0) y el ácido esteárico (C18:0). Además, se concluye que no hay diferencias significativas entre los dos tejidos analizados y se detecta una heterogeneidad importante entre muestras en la cantidad de ácidos grasos.

ÍNDICE

1.- Introducción.....	1
1.1.- Localización y características de la raza Pío Negro.....	2
1.2.- Utilización comercial de la raza Pío Negro.....	4
1.3.- Lípidos; importancia de la composición en ácidos grasos.....	6
1.4.- El papel de la grasa en la calidad de los productos curados.....	9
2.- Objetivos.....	14
3.- Material y Métodos.....	16
3.1.- Material animal.....	17
3.2.- Muestras: subcutánea e intramuscular.....	19
3.3.- Métodos.....	21
3.3.1.- Extracción.....	21
3.3.2.- Metilación.....	23
3.3.3.- Cromatografía de gases.....	24
3.3.4.- Perfil de ácidos grasos.....	24
4.- Resultados.....	25
4.1.- Ácidos grasos.....	26
4.2.- Depósito intramuscular.....	28
4.3.- Depósito subcutáneo.....	30
4.4.- Diferencias entre tejidos.....	32
5.- Discusión.....	33
6.- Conclusiones.....	39
7.- Referencias bibliográficas.....	41
8.- Anexo.....	45

TABLAS

-Tabla 1. Composición en ácidos grasos de las principales materias primas utilizadas en la elaboración de piensos.....	11
-Tabla 2. Composición en ácidos grasos de los principales jamones producidos en España.....	12
-Tabla 3. Relación de los ácidos grasos de distintos tipos de jamones de calidad diferenciada.....	13
- Tabla 4. Relación de los ácidos grasos de jamones de animales con distintos tipos de alimentación.....	13
- Tabla 5. Pienso Tipo 1	18
-Tabla 6. Pienso Tipo 2.....	19
-Tabla 7. Relación y sumatorios de los ácidos grasos.....	27
-Tabla 8. Composición en ácidos grasos del tejido intramuscular.....	29
-Tabla 9. Agrupaciones y relaciones entre ácidos grasos en el tejido intramuscular.....	29
-Tabla 10. Composición en ácidos grasos del tejido subcutáneo.....	31
-Tabla 11. Agrupaciones y relaciones entre ácidos grasos en el tejido subcutáneo.....	31
-Tabla 12. Comparación de los ácidos grasos y sus relaciones obtenidos en los análisis con los resultados de Fernández et al. (2007) en grasa intramuscular.....	35

FIGURAS

-Figura 1. Mapa de localización del cerdo vasco (Iriarte y Alfonso, 2000).....	2
-Figura 2. Antigua imagen de cerdos Pío Negro.....	3
-Figura 3. Cerdo Vasco al inicio de la fase de cebo en extensivo.....	4
-Figura 4. Ejemplares de Cerdo Vasco pastando en las inmediaciones de la finca de Arruitz.....	5
-Figura 5. En rojo: zona de muestreo.....	20
-Figura 6. Detalle de los distintos depósitos de grasa de las paletas.....	21
-Figura 7. Contenido en ácidos grasos mayoritarios para los tejidos intramuscular (IM) y subcutáneo (SC).....	32

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Localización y características de la raza Pío Negro

El cerdo Pío Negro de raza vasca, es un cerdo de origen pirenaico que se extendía, a principios del siglo XX, por los departamentos franceses de los Pirineos Occidentales (Pirineos Atlánticos y Altos Pirineos) y las provincias españolas colindantes (Navarra y Provincias Vascongadas) (Figura 1).



Figura 1. Mapa de localización del cerdo vasco (Iriarte y Alfonso, 2000).

A principios de siglo, los cerdos Pío Negro eran criados y engordados habitualmente en los caseríos de la zona Baztán-Bidasoa de Navarra, para su posterior venta en los mercados de la zona (Figura 2).

En los años 80, el ITP (Institut Technique du Porc) al ver cómo las razas autóctonas estaban desapareciendo, estableció un programa de conservación.

Desde entonces hay un programa genético que consiste en seguir las descendencias de los animales y llevar el control de la reproducción teniendo en cuenta la consanguinidad.



Figura 2. Antigua imagen de cerdos Pío Negro

En esos años, un carnicero del valle de Aldudes, Pierre Oteiza, quiso recuperar la raza para elaborar productos de calidad. En 1990, él y otros 10 ganaderos crearon una asociación, Association de développement de la filière Porc Basque, con el objetivo de trabajar con el cerdo vasco y hacer de este cerdo un instrumento de desarrollo para la zona. El cerdo vasco obtuvo el Libro Genealógico en 1997.

Esta asociación existe todavía, y ha crecido: de los 10 ganaderos de entonces, son ahora 80. La cantidad de reproductores ha sido multiplicada casi por 10 en 20 años. 2000 cerdos vascos son elaborados cada año.

En cuanto a las características raciales, se le describe como un cerdo relacionado con otras razas del sudoeste francés como el Limousin o el Gascón, al que se le atribuyen aptitudes montaÑeras y una gran resistencia a condiciones climáticas difíciles.

Las características morfológicas vienen definidas por el estándar racial de cerdos de raza Pío Negro que fue establecido en 1921. (www.porcbasque.fr)

Los cerdos de esta raza son de talla media y presentan un cuerpo cilíndrico. Sobre la cabeza sobresalen las orejas grandes y caídas sobre los ojos dando la sensación de dificultarle la visión hasta el punto de provocar una terquedad manifiesta sobre todo a la hora de los traslados dentro de las explotaciones.

Las extremidades son relativamente cortas, fuertes y anchas. Los jamones son poco conformados aunque redondeados por los abundantes depósitos de grasa.

La piel es de capa pía negra con grandes manchas negras bien delimitadas sobre fondo blanco (BOPV, 2004). (Figura 3)



Figura 3. Cerdo Vasco al inicio de la fase de cebo en extensivo

A pesar de su rusticidad, desde el punto de vista del comportamiento, es un animal tranquilo y apacible, llegando las cerdas tras el parto, a desarrollar un fuerte instinto maternal. En su comportamiento destaca la terca oposición a la realización de movimientos obligados (www.maskaradadenda.com; Iriarte y Alfonso (2000); www.itgganadero.com).

1.2.- Utilización comercial

Hoy en día, en Navarra, sólo existe una explotación de cebo de cerdo vasco y se encuentra en la localidad Navarra de Arruitz. El propietario de la explotación, no sólo apuesta por la recuperación de la raza, sino también por crear un producto exclusivo y de calidad diferenciada.

Para ello dispone de una finca de 80.000 metros cuadrados de los cuales, 50.000 metros son de prados y 30.000 de bosques repletos de castaños, robles, hayas, acebos y avellanos (Figura 4). En este entorno los cerdos pastan al aire libre durante unos 11-13 meses, hasta obtener alrededor de 170 kg de peso.



Figura 4. Ejemplares de Cerdo Vasco pastando en las inmediaciones de la finca de Arruitz.

Los animales se dividen en lotes, en función de su edad y peso, donde cada lote dispone de cabañas de descanso. La alimentación se compone fundamentalmente de pienso compuesto basado en harina de cebada y maíz, la cual se encuentra en total disposición de los animales. Los comederos están ubicados en los puntos más lejanos de las cabañas para obligar a los animales a desplazarse de un lugar a otro.

Los animales llegan a la granja con tres meses de vida y unos 30 kilos de peso, y aquí engordan hasta aproximadamente los 170 kg, cuando tienen unos 14 meses de vida. Genéticamente, la composición de magro y tocino de estos animales es similar a la de los cerdos ibéricos

Por último, la explotación cuenta con un parque de finalización de 25.000 metros cuadrados, en el que los cerdos adultos caminan en opinión del ganadero un mínimo de 500 metros al día de manera que evitan un excesivo engrasamiento (www.maskaradadenda.com).

El sacrificio tiene lugar en Salamanca, concretamente en la conocida localidad de Guijuelo. Después, el proceso de curado puede tener lugar en la misma localidad de Guijuelo o en la provincia de La Rioja.

Al finalizar el proceso de curado, las piezas son trasladadas a Lekunberri donde el propietario regenta un establecimiento de venta directa de productos de Cerdo Vasco. Además de la tienda y las cámaras de curado, en esta pequeña nave, el propietario posee una sala de despiece y transformación de los productos. En esta sala se encuentran las

máquinas necesarias para la transformación, envasado y etiquetado de los productos. De esta sala, los productos van al segundo piso, donde se encuentran las cámaras de curado. En estas cámaras se controla la humedad y la temperatura, para proceder lo mejor posible al proceso de curado.

Información de mercado

En España la mayor parte de la producción de jamones curados se basa en la utilización de canales de cerdos de líneas especialmente seleccionadas por su eficiencia en sistemas de producción intensiva. No obstante, existe también una relevante producción de productos de calidad diferenciada basada en razas y sistemas tradicionales de engorde. Entre ellos, en España destacan los productos de cerdo ibérico, especialmente el jamón (Ruíz y López-Bote, 2005). A nivel mundial, el jamón de Parma es de los productos de este tipo más conocidos. Además, existen otros como el jamón de Teruel, el San Daniele, Bayona, etc.

La elaboración de muchos de estos productos, tal y como señalan Ruíz y López-Bote (2005), está amparada por marcas de calidad reconocidas oficialmente por la Unión Europea, dando lugar a las denominadas Denominaciones de Origen (DO; por ejemplo, Jamón de Teruel), Indicaciones Geográficas Protegidas (IGP; por ejemplo, Jamón de Trévelez) y Especialidades Tradicionales Garantizadas (ETG; Jamón Serrano) (MARM, 2009). Otros productos, como es el caso en este trabajo no tienen marcas de calidad oficiales, pero si comerciales basadas en algún tipo de diferenciación de mercado, en nuestro caso el tipo de cerdo y su sistema de engorde.

1.3.- Lípidos; importancia de la composición en ácidos grasos

Los lípidos son principios inmediatos orgánicos, compuestos básicamente por carbono, oxígeno e hidrógeno, aunque algunos lípidos contienen, además, fósforo, nitrógeno y azufre. Forman un grupo de sustancias muy heterogéneas, que comparten solamente dos características comunes:

- Son insolubles en agua y otros disolventes polares.
- Son solubles en disolventes orgánicos, es decir, no polares, como la acetona, el éter, el cloroformo, el sulfuro de carbono, el metanol, etc.

- Funciones de los lípidos

Los lípidos desempeñan tres tipos de funciones: de reserva, estructural y dinámica.

- *Función de reserva*: los lípidos son la principal reserva energética del organismo. La gran cantidad de energía que desprenden las grasas es debida en gran parte a la oxidación de los ácidos grasos en las mitocondrias. El transporte de los lípidos desde el intestino hasta su lugar de utilización o hasta el tejido adiposo, donde se almacenan, se realiza mediante los proteolípidos, asociaciones de proteínas específicas con triacilglicéridos, colesterol, fosfolípidos, etc., que permiten su transporte por la sangre.

- *Función estructural*: a nivel celular, los lípidos forman parte de membranas citoplasmáticas y de orgánulos con membranas. Tienen esta función los fosfolípidos, esfingolípidos, colesterol, etc. A nivel orgánico, recubren tejidos y les dan consistencia. Otros tienen función de protección térmica almacenándose en el tejido adiposo de los animales de climas fríos y por último hay otros lípidos que su función es la protección mecánica.

- *Función dinámica y biocatalizadora*: cumplen esta función las vitaminas lipídicas, las hormonas esteroides, los ácidos biliares y las prostaglandinas.

Los lípidos se pueden clasificar en dos grupos, lípidos saponificables como los glicéridos y fosfolípidos, que contienen ácidos grasos y en no saponificables, principalmente esteroides que no contienen ácidos grasos (Solaun, 2010). Únicamente explicaremos los ácidos grasos ya que son objeto de nuestro estudio.

- Ácidos grasos

Los ácidos grasos son moléculas formadas por una larga cadena hidrocarbonada de tipo alifático, es decir, lineal, con un número par de átomos de carbono. Todos los ácidos grasos tienen un grupo carboxilo (-COOH) en un extremo de la cadena.

Los ácidos grasos son poco abundantes en estado libre y se obtienen mediante la hidrólisis de otros lípidos. Se conocen unos setenta ácidos grasos, que se pueden clasificar en dos grupos: los ácidos grasos saturados y los ácidos grasos insaturados.

- Los ácidos grasos saturados son aquellos que sólo tienen enlaces simples entre los átomos de carbono. Los principales ácidos grasos saturados son el palmítico (C16:0), el mirístico (C14:0), el láurico (C12:0), el esteárico (C18:0), etc.
- Los ácidos grasos insaturados son aquellos que tienen uno o varios enlaces dobles en su cadena hidrocarbonada. Podemos dividir estos ácidos en ácidos grasos monoinsaturados (tienen un enlace doble) y ácidos grasos poliinsaturados (tienen dos o más enlaces dobles). Los principales ácidos grasos insaturados son el oleico (C18:1c9), el palmitoleico (C16:1c9), el araquidónico (C20:4n6), el linoleico (C18:2n6c9c12), etc. (Lobb, 1992).

- Ácidos grasos esenciales

Se denominan ácidos grasos esenciales (AGE) a un grupo de ácidos grasos que el organismo no puede sintetizar y que tienen que ser ingeridos a través de los alimentos o de los complementos. Se diferencian de los no esenciales (ácidos grasos saturados y monoinsaturados) en que estos últimos puede obtenerlos el organismo a partir de las proteínas, los alcoholes o los carbohidratos.

Existen dos tipos de ácidos grasos esenciales:

-Ácidos grasos esenciales omega-3 (Ácido linolénico): dentro de este grupo se pueden diferenciar los de procedencia vegetal (ácido alfa-linolénico) que proceden de semillas o de aceites de árboles con hojas oscuras, como el lino o los ácidos grasos de procedencia animal, como el ácido eicosapentaenoico (C20:5n3) (EPA) y el ácido docosahexanoico (C22:6n3c4,c7,c10,c13,c16,c19) (DHA). Estos ácidos grasos son abundantes en los pescados de aguas frías.

-Ácidos grasos esenciales omega-6 (Ácido linoleico) (C18:2n6c9c12): dentro de este grupo el ácido graso más importante es el gamma-linoleico (AGL), abundante en aceite de semilla de grosella negra. También es importante el ácido araquidónico (C20:4n6) que se encuentra en abundante cantidad en vegetales como la zanahoria. (botanical-online, 2010).

- Ácidos grasos CLA

Estos ácidos grasos reciben el nombre de CLA por el ácido linoleico conjugado, una estructura especial que les hace ser diferentes de los otros. Recientemente se ha demostrado que el CLA (o alguno de los isómeros del CLA) modifica la regulación metabólica de los animales, lo que afecta a un gran número de funciones, tales como la respuesta inmune, la osificación, el reparto de nutrientes, y produce, entre otras cosas, una disminución marcada del engrasamiento.

La complejidad estructural del CLA hace que resulte difícil identificar los isómeros concretos con actividad biológica. Hasta el momento, las investigaciones señalan que sólo tiene actividad biológica el c9,t11 CLA y el t10,c12 CLA.

Aunque todavía no están bien estudiadas las causas, no cabe duda de que el CLA modifica el reparto de la grasa en el organismo. También se ha visto que el CLA afecta a la maduración de los adipocitos y por lo tanto, afecta a la cantidad de grasa depositada. Este aspecto es importante a la hora de mejorar la relación magro/grasa.

En ganado porcino, el CLA produce una marcada saturación de la grasa, lo que a aspectos nutricionales es considerado negativo ya que va contra las recomendaciones dietéticas actuales. No obstante, en porcino es frecuente que la grasa tenga una consistencia inadecuada, lo que dificulta el picado, el fileteado y en general la transformación de productos. El CLA puede ser una herramienta interesante para mejorar la consistencia en muchas ocasiones (López-Bote et al., 2004).

1.4.- El papel de la grasa en la calidad de los productos curados

La composición de la grasa influye en diversas características nutricionales y sensoriales de los jamones curados. La grasa es responsable en gran medida del aroma, aspecto y textura, así como de la calidad dietética del jamón curado. Los ácidos grasos están involucrados en varios aspectos tecnológicos de la calidad de la carne.

La variación en la composición de ácidos grasos tiene un efecto importante en cuanto a la firmeza de la grasa en la carne, especialmente en la grasa subcutánea y la intermuscular, pero también en la grasa intramuscular. Estas diferencias se deben a que

los ácidos grasos tienen diferentes puntos de fusión (Wood et al., 2003; Wood et al., 2008).

En el caso de los productos curados, una consistencia pobre de la grasa resulta en problemas en la manipulación de la carne (picado, perfilado, etc.) (Serrano et al., 2007).

La vida útil de la carne viene también determinada por los ácidos grasos. A medida que la cantidad de ácidos grasos insaturados es mayor, el grado de oxidación aumenta. El cambio del color de la carne de rojo a marrón se debe a la transformación de la oximioglobina a metamioglobina.

El flavor viene determinado por los cambios que sufren los ácidos grasos durante la oxidación formando aromas característicos en los productos curados. Los fosfolípidos insaturados son particularmente importantes en el desarrollo del flavor (Wood et al., 2003).

El contenido en grasa, tanto subcutánea (de cobertura) como intramuscular depende de muchos factores, pero entre ellos, el tipo de animal (raza, sexo) y la edad resultan determinantes.

De Serrano et al. (2007) se deduce que las razas de tipo graso son más adecuadas para la producción de jamones curados de calidad y añaden que de los animales castrados se obtienen productos de mayor calidad organoléptica. Pesos reducidos al sacrificio, no permiten obtener piezas curadas de calidad. Sin embargo, con excesos moderados de peso se consigue un aumento de contenido de grasa intramuscular, lo que hace que el proceso de maduración sea más largo obteniendo así, una mayor calidad sensorial. Por el contrario, pesos excesivos dan lugar a sobreengrasamiento.

La composición por contra no depende tanto de esos factores, pero está estrechamente ligada al sistema de engorde, más concretamente en la composición de la alimentación de los animales. Ruíz y López Bote (2005) apuntan a que la alimentación de los animales, fundamentalmente en la fase de cebo está estrechamente ligada con la calidad de los productos curados.

Se ha visto que suministrando diferentes tipos de piensos a los animales durante la fase de cebo, el perfil de ácidos grasos cambia, dadas las diferencias en la composición de las materias primas empleadas (Tabla 1).

Tabla 1. Composición en ácidos grasos de las principales materias primas utilizadas en la elaboración de piensos.

	Cebada	Harina de soja	Trigo	Pulpa	Manteca	Aceite de oliva	Maíz	Harina de soja tostada
C14:0	-	0,2	-	-	1,6	-	-	0,2
C16:0	23	11	19	21,5	23,4	10	11	11
C16:1	-	0,2	-	-	3,1	-	-	0,2
C18:0		4	1,5	1,5	13,3	3,5	2	4
C18:1	13	22	15	10	42,4	79	27	22
C18:2	56	54	57	57,1	10,5	6,3	56	54
C18:3	6	8	5	10,5	1	-	1	8

Datos en %

Fuente: fedna, 2010

Hoy en día, el perfil de ácidos grasos de un producto es un factor muy importante a la hora de su comercialización. Las diferentes investigaciones que se han hecho (Wood et al., 2003; Carrero et al., 2005; Zlender et al., 2008) constatan la importancia de los ácidos grasos y sus relaciones y los efectos beneficiosos o perjudiciales que puedan tener en la salud.

En estos años se ha incrementado el interés de modificar la composición de los ácidos grasos de la carne debido a que esta se ve como la mayor fuente de grasa, especialmente grasa saturada, de la dieta. Las grasas saturadas están relacionadas con las enfermedades asociadas con la vida moderna y con los países desarrollados. Estas enfermedades son principalmente, enfermedades cardiovasculares y cáncer. Se busca mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados frente a los ácidos grasos saturados y mejorar la relación de los ácidos grasos omega-6 y omega-3.

De la misma manera, el ratio de ácidos grasos poliinsaturados/ácidos grasos saturados debe ser mayor que 0.4. Más recientemente los nutricionistas han resaltado la importancia del equilibrio entre ácidos grasos omega-6 y los ácidos grasos omega-3. En este caso la relación entre estos dos tipos de ácidos grasos se recomienda que sea inferior a 4 (Wood et al., 2003).

En las tablas 2, 3 y 4 se presenta la composición en ácidos grasos para distintos tipos de jamones en animales de distintas razas y distintos tipos de alimentación.

Tabla 2. Composición en ácidos grasos de los principales jamones producidos en España

	Serrano	Teruel	Dehesa	Huelva	Guijuelo	p-valor
C12:0	0,13	0,11	0,06	0,05	0,06	<0,001
C14:0	1,72	1,02	1,00	0,96	0,97	<0,05
C16:0	26,10	24,60	22,90	22,40	21,90	<0,001
16:1n7	2,41	2,24	2,56	2,45	2,43	ns
C18:0	12,50	15,60	10,80	10,70	12,00	<0,001
C18:1n9	40,60	42,50	50,50	48,90	50,10	<0,001
C18:1n7	2,99	3,07	3,09	3,33	3,38	ns
C18:2n6	10,20	7,14	5,43	7,18	6,13	<0,001
C18:2cis9,trans11	0,23	0,15	0,13	0,10	0,12	<0,001
C18:3n6	0,07	0,05	0,04	0,05	0,04	ns
C18:3n3	0,51	0,46	0,40	0,34	0,35	ns
C20:0	0,19	0,23	0,16	0,18	0,20	ns
C20:1n9	0,85	0,93	1,06	1,15	1,48	<0,001
C20:3n6	0,45	0,36	0,31	0,37	0,39	<0,05
C20:4n6	0,28	0,18	0,17	0,40	0,19	ns
C20:5n3	0,11	0,09	0,10	0,10	0,16	ns
C22:4n6	0,11	0,06	0,04	0,11	0,08	<0,05
C22:5n3	0,10	0,07	0,06	0,06	0,06	<0,05
C22:6n3	0,10	0,15	0,08	0,09	0,09	<0,05
AGS	40,60	41,50	34,90	34,30	35,10	<0,001
AGM	46,90	48,70	57,20	55,80	57,40	<0,001
AGPI	12,16	8,71	6,76	8,80	7,61	<0,001
AGPI/AGS	0,30	0,21	0,19	0,26	0,22	<0,001
n6	11,11	7,79	5,99	8,11	6,83	<0,001
n3	0,82	0,77	0,64	0,59	0,66	<0,005
n6/n3	13,55	10,12	9,36	13,75	10,35	<0,05

(Fernandez et al, 2007)

Datos expresados en %

Tabla 3. Relación de los ácidos grasos de distintos tipos de jamones de calidad diferenciada

	Bayona	Parma	Serrano	Ibérico	Corsica
AGS	36,4	36,4	33,4	32,2	34,9
AGM	52,9	52,5	55,6	58,7	55,4
18:2 n-6	9,9	10,7	10,2	8,4	8,7
18:3 n-3	0,7	0,4	0,8	0,6	1
AGPI	10,7	11,1	11	9	9,7

(Gandemer, 2009)

Datos expresados en %

Tabla 4. Relación de los ácidos grasos de jamones de animales con distintos tipos de alimentación

Sistema de alimentación	Grasa	AGS	AGM	AGPI	AGPI/AGS	n-6/n-3
Ibérico (bellota)	11,28	32,51	39,37	8,12	0,25	12,10
Ibérico (bellota)	9,51	33,97	54,60	11,43	0,34	18,10
Ibérico (pienso comercial)	5,47	35,15	51,39	13,44	0,38	31,20
Ibérico (bellota)	-	34,90	57,20	6,76	0,19	9,40
Serrano (pienso comercial)	4,80	32,70	52,70	10,20	0,31	16,20
Serrano (pienso comercial)	3,50	33,40	55,60	11,00	0,33	12,70
Bayona (pienso comercial)	2,60	36,40	52,90	10,70	0,29	14,10
Bayona (pienso comercial)	3,50	36,52	47,49	15,30	0,42	29,60
Corsican (castaña)	12,30	35,00	53,80	11,20	0,32	-
Corsican (pienso comercial)	5,30	34,90	55,40	9,70	0,28	8,70
Parma (pienso comercial)	3,57	35,99	54,04	8,59	0,24	39,90
Parma (pienso comercial)	-	37,90	52,00	9,90	0,26	-
San Danielle (pienso comercial)	-	38,50	51,90	9,60	0,25	-
Cinta Senese (bellota)	-	33,26	51,35	15,38	0,46	14,20
Jinhua (pienso comercial)	-	37,10	46,63	14,24	0,38	-
Ibérico (alimentado con AGM)	7,08	34,79	54,21	11,00	0,32	28,20
Serrano (aceite de maíz)	-	32,60	47,77	19,58	0,60	8,20
Serrano (AGM y n-3)	-	33,06	47,40	19,98	0,60	1,97
Parma (aceite de maíz)	-	31,82	50,20	17,83	0,56	20,50
Parma (aceite de colza)	-	30,42	54,62	15,26	0,50	12,30
Parma (pienso comercial)	-	35,99	54,04	9,36	0,26	26,94
Parma (supl. CLA)	-	38,99	53,08	7,33	0,19	29,39

Tabla adaptada de Jiménez-Colmenero et al.(2010)

Datos expresados en %

2.- OBJETIVOS

2.- OBJETIVOS

Los objetivos planteados para este trabajo fin de carrera son los siguientes:

- 1.- Determinar el perfil de ácidos grasos de las paletas curadas de cerdo Pío Negro de una determinada marca comercial, tanto a nivel de grasa subcutánea como intramuscular.
- 2.- Comparar el perfil de ácidos grasos entre tejidos (subcutáneo e intramuscular) y con los valores referenciados en la bibliografía.

Además, analizaremos las proporciones adecuadas de ácidos grasos que recomiendan las organizaciones referentes a la salud humana y las proporciones que aparecen en las paletas curadas, tanto a nivel subcutáneo como intramuscular.

3.- MATERIAL Y METODOS

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material animal

Para la realización de este trabajo se han utilizado muestras de paletas curadas de 12 animales distintos. En un primer momento, estaba pensado realizar la composición de ácidos grasos en jamones, pero en el momento del muestreo, estos no habían llegado a su punto óptimo de maduración por lo que se optó por tomar muestras de paletas. Aunque puede haber diferencias en la composición en ácidos grasos entre las diferentes piezas, cabe esperar que estas no sean muy elevadas (Mourot, 2009).

Los lechones nacieron en una granja de Oronoz-Mugaire (Navarra) y fueron destetados a las tres semanas de su nacimiento. En esta granja estuvieron alrededor de tres meses, para después ser trasladados a Arruitz (Navarra), donde se encuentran las fincas de cebo.

Los animales fueron sacrificados en la semana 39 del año 2008, con 13 meses de edad y una media de 150 kg. Eran parte de un lote de sacrificio compuesto por 110 cerdos. De estos 110 cerdos, aproximadamente el 60% eran machos y el 40% hembras.

Además del pasto de los prados y los frutos de diferentes árboles que pueden encontrar los animales en la finca, fueron alimentados con dos tipos de piensos. Hasta los 40 días antes del sacrificio, recibieron el pienso de tipo 1. En cambio, en los últimos 40 días recibieron pienso de tipo 2 (ver Tablas 5 y 6). Ambos tipos de piensos fueron suministrados a voluntad y en forma de gránulo. El día anterior al sacrificio no se les suministró pienso. Los animales fueron sacrificados en Guijuelo (Salamanca), donde después se procedió al curado de las paletas.

Tabla 5. Pienso Tipo 1

<i>Constituyentes analíticos</i>	
Proteína bruta	16%
Materias grasas brutas	4%
Celulosa bruta	5%
Cenizas brutas	5%
Lisina	0,8%

<i>Aditivos</i>	
Vitamina A (Acetato)	6000 UI/Kg
Vitamina D3 (Acetato)	1200UI/Kg
Vitamina E (Alfatocoferol)	15mg/Kg
Cobre (Sulfato cúprico pentahidratado)	10mg/kg
Antioxidante Butilhidroxitolueno (E321)	
Flavofosfolipol (Bamber-80)	3mg/Kg
Ac.Propiónico	

<i>Ingredientes (Composición aproximada del pienso dada la variación de ingredientes en función de los precios de mercado)</i>
Cebada
Harina de soja
Trigo
Pulpa
Manteca
Fosfato bicálcico mineral
Carbonato cálcico
Cloruro sódico
L-Lisina

Tabla 6. Pienso Tipo 2

<i>Constituyentes analíticos</i>	
Proteína bruta	13.50%
Materias grasas brutas	5%
Celulosa bruta	4%
Cenizas brutas	4.5%
Lisina	0.650%

<i>Aditivos</i>	
Vitamina A (Acetato)	6000 UI/Kg
Vitamina D3 (Acetato)	1200UI/Kg
Vitamina E (Alfatocoferol)	15mg/Kg
Cobre (Sulfato cúprico pentahidratado)	10mg/kg
Antioxidante Butilhidroxitolueno (E321)	
Ac.Propiónico	

<i>Ingredientes (Composición aproximada del pienso dada la variación de ingredientes en función de los precios de mercado)</i>
Cebada
Trigo
Maíz
Harina de soja
Aceite vegetal
Fosfato bicálcico
Carbonato cálcico
Cloruro sódico

3.2. Muestras: subcutánea e intramuscular

Las muestras fueron recogidas en Lekunberri, en la tienda y sala de procesado que posee el dueño de la explotación en el momento en el que las paletas estaban siendo deshuesadas. Las paletas utilizadas tenían 22 meses de curación.

Antes de empezar con el deshuesado de las paletas, el operario quitó parte de la grasa de la superficie. Luego, con la ayuda de una gubia de deshuesado sacó el hueso intentando estropear lo menos posible la pieza. En ese momento, se lonchearon alrededor de 25g de cada paleta, correspondiendo aproximadamente a la zona de los músculos tensor de la fascia del antebrazo (*M. tensor fasciae antebrachii*), cabeza

lateral del músculo tríceps braquial (*Caput laterale mi. tricipitis brachii*) y músculo braquial (*M. brachialis*) de los cuartos delanteros del animal (Figura 5).

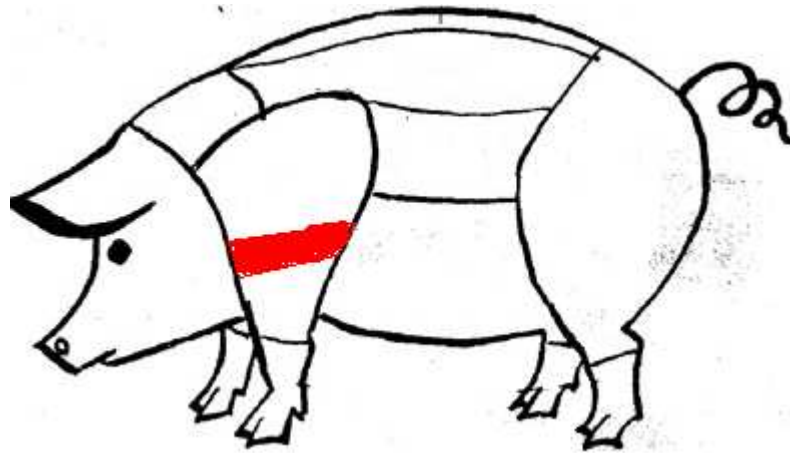


Figura 5. En rojo: zona de muestreo

Las muestras fueron envasadas al vacío en bolsas individuales e identificadas y trasladadas a Pamplona en neveras. Una vez en la Universidad, guardamos las muestras en arcones a -20°C hasta media hora antes de la realización de la disección.

Con la muestra ya descongelada y con la ayuda de un cuchillo se inició la disección. Se separó el tejido subcutáneo por un lado y el intramuscular por otro, retirando la grasa intermuscular (ver figura 6). Se envasaron al vacío por separado y se volvieron a congelar a -20° hasta el día del análisis.

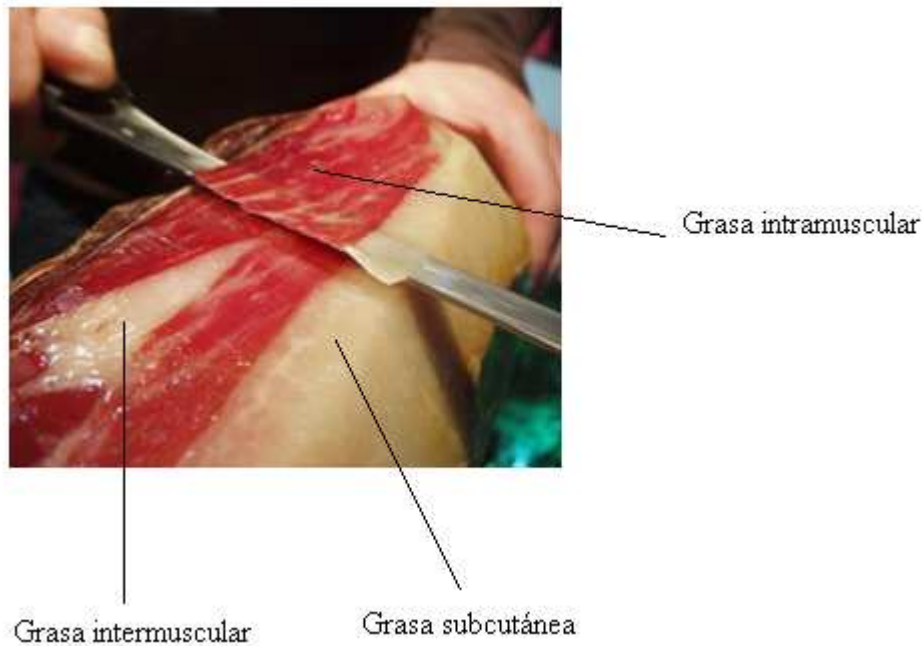


Figura 6. Detalle de los distintos depósitos de grasa de las paletas.

Las muestras se sacaron alrededor de 30 minutos antes de comenzar su análisis, para que se descongelaran. Una vez que las muestras estaban descongeladas, se comenzó con los análisis de extracción, metilación y análisis cromatográfico.

3.3.- Métodos

El método utilizado para el análisis de las muestras ha sido la cromatografía de gases. Para ello, se requieren dos pasos previos, la extracción y la metilación.

A continuación se detallan los análisis utilizados y el procedimiento seguido.

3.3.1.- Extracción

El método utilizado para la extracción de la grasa, tanto intramuscular como subcutánea, ha sido el método de Whittington et al. (1986) y también se han añadido las modificaciones de Aldai et al. (2006).

Para empezar con la extracción, se picó cada depósito de grasa por separado en una picadora (Moulinex 320R, Francia) con el objetivo de homogeneizar la muestra.

A continuación, en la balanza de precisión (Mettler AE 100, Francia) se realizó el pesado. En el caso del tejido intramuscular se pesó 1g de cada muestra por duplicado y en el caso del tejido subcutáneo se pesaron 0,03g de cada muestra, también por duplicado. Todo ello, en tubos Falcón de plástico de 50ml.

A diferencia del depósito intramuscular, en el tejido subcutáneo se añadió 200µl de tolueno y se agitó durante 10min en el vibrador (Heidolph Vibramax 100, Alemania).

Consecutivamente, se añadieron 100µl de patrón interno (C23:0ME disuelto en n-hexano con una concentración de 10mg/ml) y 6 ml de solución saponificable (KOH al 5M). Después se pasó cada tubo por una corriente de aire de N₂ durante 10 segundos y se agitaron en el vibrador Vibramax durante 10 min a velocidad máxima.

A continuación, se metieron los tubos en baño María (Mettmert WB 22, Alemania), que había sido precalentado a 60°C. Se mantuvieron las muestras durante una hora, agitándolas cada 15 minutos.

Para seguir con el análisis se diluyó cada muestra con 12ml de NaCl al 0,5%, añadiendo también 5 ml de éter de petróleo (EP) y se agitó durante 5 minutos.

Se añadieron 10-15 gotas (aprox. 500µl) de etanol absoluto a la capa superior. Para separar las capas se utilizó la centrifugadora Jouan MR 1822 centrifuge, Francia. Se centrifugaron las muestras a 800g durante 5min a 20°C (programa 30). Se quitó la capa superior con pipetas de plástico Pasteur desechables, ya que en esa capa se encuentran los ácidos grasos no saponificables (colesterol, esteroides,...) sin ningún interés para nuestro estudio.

Para neutralizar el KOH se añadieron 3ml de ácido acético glacial y se agitó suavemente con la mano. Como causa de la reacción, se calienta el tubo y se espera 5min. Se añadieron 5 ml de EP y se agitó durante 10 min.

Se volvieron a añadir 10-15 gotas de etanol absoluto en la capa de EP y se volvió a centrifugar a 800g durante 5 min a 20°C (programa 30), para separar las capas. En este caso, la capa superior es la que nos interesa ya que ahí se encuentran los ácidos grasos saponificables.

Se recoge la capa superior con pipetas de plástico y se transfiere a tubos pyrex, previamente identificados y pesados sin su tapón.

Durante el proceso de reducción de las muestras recogidas mediante corriente de N_2 a 40°C en el block heater compatible con el simple concentrator (SBH1300/3 y SBHCONC/1, Stuart, UK), añadimos 5 ml de EP a los tubos Falcon y se agitaron durante 5 minutos. Se volvieron a añadir 10-15 gotas de etanol y se centrifugó a 800g durante 5 minutos a 20°C.

Se recogió la capa superior transparente y una vez transferidos a los tubos pyrex, se volvió a reducir.

Por último, se añadieron 100µl de 2,2 dimethoxypropane a cada uno de los tubos pyrex y se agitaron durante 2 minutos.

Se deshechó el contenido de los tubos falcon y se guardaron los tubos pyrex en el congelador a -20°C, hasta el momento de la metilación.

3.3.2.- Metilación

Unos 10 minutos antes de empezar el procedimiento de metilación, se sacaron las muestras del congelador para que atemperaran.

Una vez que las muestras ya estaban a la temperatura adecuada, se redujo el volumen de las muestras mediante corriente de N_2 a 40°C, durante unos 20 minutos. Al enfriarse el líquido del fondo del tubo se volvió pastoso y se anotó el peso de cada uno de los tubos para calcular el total del contenido del extracto lipídico (contenido en AGL).

Se disolvió el contenido lipídico con 1ml de una mezcla de metanol: tolueno (2:1) para obtener una concentración inferior a 50mg/ml y se agitó durante 5 minutos.

Consecutivamente se añadieron 120 µl de TMS-DM a cada una de las muestras y se dejó actuar a 40°C durante 10 minutos. Se agitaron suavemente y se dejaron los tubos destapados. Dado que el diazometano es una sustancia peligrosa, la jeringa y todo el material utilizado con esta sustancia, se limpió con ácido acético glacial.

Se concentraron las muestras bajo corriente de N₂ a 40°C. A continuación, se añadieron 2ml de n-hexane el cual contenía 50ppm BHT a cada tubo y se agitó durante 5 minutos.

Tras transferir 1,5 ml de muestra a los tubos eppendorf y se centrifugó a 20000g durante 5 minutos (Programa 41).

Por último, se transfirió el contenido de los tubos eppendorf a viales de cristal y se guardaron las muestras a -20°C hasta el momento del análisis cromatográfico.

3.3.3.- Cromatografía de gases

Para el análisis del perfil de ácidos grasos se utilizó la cromatografía de gases. Para este análisis el equipo utilizado fue el GC 7890 (Agilent Technologies, Estados Unidos) con splitless inlet y detector frontal (FID) (7683B;Agilent Technologies). Este equipo se maneja mediante un programa de software específico: GC Chem Station Rev. B.03.01 en la versión de 2007.

El cromatógrafo utiliza una columna del modelo BPX70, cuya longitud es de 120m y tiene un diámetro interno de 0,25mm. El helio es el gas que se encarga de transportar la muestra a lo largo de la columna.

El proceso de análisis dura 50.5 minutos. Al principio del mismo, la temperatura del horno es de 50°C, hasta que sube hasta los 240°C y se mantiene así hasta el final del ciclo. Una vez que la muestra ha recorrido toda la columna, se enfría el horno hasta alcanzar de nuevo los 50°C, momento en el cual comienza el análisis de una nueva muestra.

3.3.4.- Perfil de ácidos grasos

Tanto en el depósito intramuscular como en el subcutáneo se identificaron un total de 30 ácidos grasos. Todos ellos provienen de una mezcla de 37 ácidos grasos patrones (Supelco 47885-U) (Ver anexo 1).

4.- RESULTADOS

4.- RESULTADOS

4.1- Ácidos grasos

En este capítulo se exponen los ácidos grasos encontrados en las paletas y las relaciones que existen entre ellos. En la Tabla 7 se muestran los ácidos grasos identificados y el grupo al que pertenecen. También se incluyen las relaciones que hay entre los grupos, dado que, estas juegan un papel importante a la hora de determinar la calidad del producto.

Se ha hecho un análisis global de los ácidos grasos y se han incluido dos tablas descriptivas, una que corresponde al depósito intramuscular y otra correspondiente al depósito subcutáneo. En ellas se describen los parámetros estadísticos de media (\bar{x}), número de observaciones (n), desviación estandar (sd), error estandar (se), coeficiente de variación (CV), máximo ($máx$) y mínimo ($mín$), todo ello con el objetivo de analizar con la mayor objetividad posible los resultados obtenidos.

Tabla 7. Relación y sumatorios de los ácidos grasos

Sumatorio	Ácidos grasos	
AGS	C12:0	C14:0
	C15:0	C16:0
	C17:0	C18:0
	C20:0	C22:0

Sumatorio	Ácidos grasos	
AGM	C14:1c9	C15:1
	C16:1c9	C17:1c10
	C18:1t9	C18:1c9
	C20:1c11	C22:1n9c13
	C24:1	

Sumatorio	Ácidos grasos	
AGPI	C18:2n6t9t12	C18:2n6c9c12
	C18:3n6	C18:3n3c9,c12,c15
	C20:2n6c11,c14	C20:3n6c8,c11,c14
	C20:4n6	C20:5n3
	C22:5n3c7,c10,c13,c16,c19	C22:6n3c4,c7,c10,c13,c16,c19

Sumatorio	Ácidos grasos	
n6	C18:2n6t9t12	C18:2n6c9c12
	C18:3n6	C20:2n6c11,c14
	C20:3n6c8,c11,c14	C20:4n6

Sumatorio	Ácidos grasos	
n3	C18:3n3c9,c12,c15	C20:5n3
	C22:5n3c7,c10,c13,c16,c19	C22:6n3c4,c7,c10,c13,c16,c19

Sumatorio	Ácidos grasos	
CLA	9c11tCLA	9c11cCLA
	9t11tCLA	

4.2.- Depósito intramuscular

Mediante el contenido de grasa extraída en el proceso de extracción-metilación, se ha obtenido el porcentaje de grasa intramuscular aproximado de las paletas. Este ha sido de 10.99% (sd 2.35), comparable a los porcentajes expresados en Jiménez-Colmenero et al. (2010) para animales con alimentación natural (bellota y castaña).

En la grasa intramuscular el ácido graso C18:1c9 (ácido oleico) es el que aparece en mayor cantidad (33.13%), seguido del C16:0 (ácido palmítico; 32.03%). Los ácidos grasos saturados (AGS) aparecen en mayor cantidad que los ácidos grasos monoinsaturados (AGM), aunque hay poca diferencia. El ácido graso C14:1c9 (ácido miristoleico) y el C22:1n9c13 (ácido erúcico) aparecen en muy poca cantidad (ver tabla 8).

El ratio n6/n3 es de 12.38 y se aconseja que sea inferior a 4 (Wood et al., 2003). Respecto al total de ácidos grasos los ácidos omega 3 y omega 6 componen el 0.85% y 10.94% respectivamente (ver Tabla 9).

Los CLA tienen un porcentaje de 0.29. Como hemos citado en la introducción, los CLA tienen un efecto importante en lo que se refiere a la consistencia.

La relación entre ácidos grasos poliinsaturados y los ácidos grasos saturados es de 0.25, menor que la recomendada por los nutricionistas. En este caso el ratio AGPI/AGS para alimentos saludables está por encima de 0.4, aunque la alta proporción de AGPI no necesariamente es saludable si no está en una proporción adecuada con la relación n6/n3 (Simopoulos, 2002; Fernández et al, 2007).

Tabla 8. Composición en ácidos grasos del tejido intramuscular

	x	n	sd	se	CV	máx	mín
C12:0	0,13	24	0,02	0,00	17,96	0,18	0,09
C14:0	2,00	24	0,35	0,07	17,45	2,68	1,53
C14:1c9	0,03	24	0,01	0,00	28,30	0,05	0,02
C15:0	0,05	24	0,02	0,00	38,80	0,13	0,03
C15:1	0,03	24	0,02	0,00	63,96	0,10	0,01
C16:0	32,03	24	5,39	1,10	16,83	42,92	25,50
C16:1c9	6,04	24	1,54	0,31	25,44	8,34	0,53
C17:0	0,24	24	0,07	0,01	29,62	0,40	0,13
C17:1c10	0,33	24	0,08	0,02	23,82	0,52	0,21
C18:0	12,16	24	2,25	0,46	18,50	16,96	9,12
C18:1t9	0,32	24	0,08	0,02	24,12	0,46	0,14
C18:1c9	33,13	24	11,85	2,42	35,78	47,53	7,53
C18:2n6t9t12	0,32	24	0,06	0,01	19,72	0,42	0,10
C18:2n6c9c12	8,48	24	2,01	0,41	23,70	13,30	5,87
C18:3n6	0,08	24	0,02	0,00	28,13	0,12	0,02
C20:0	0,14	24	0,03	0,01	23,64	0,23	0,09
C18:3n3c9,c12,c15	0,50	24	0,11	0,02	21,96	0,73	0,33
9c11tCLA	0,08	24	0,02	0,00	19,57	0,11	0,05
C20:1c11	0,97	24	0,16	0,03	16,96	1,32	0,70
9c11cCLA	0,14	24	0,02	0,01	17,79	0,20	0,10
9t11tCLA	0,07	24	0,01	0,00	20,25	0,10	0,04
C20:2c11,c14	0,28	24	0,08	0,02	28,54	0,44	0,02
C20:3n6c8,c11,c14	0,07	24	0,07	0,01	99,12	0,39	0,03
C22:0	0,15	24	0,04	0,01	24,25	0,23	0,10
C20:4n6	1,71	24	0,56	0,12	32,87	3,50	1,04
C22:1n9c13	0,03	24	0,01	0,00	44,71	0,08	0,01
C20:5n3	0,07	24	0,02	0,00	30,75	0,13	0,04
C24:1	0,14	24	0,03	0,01	23,26	0,23	0,08
C22:5c7,c10,c13,c16,c19	0,20	24	0,06	0,01	30,27	0,35	0,11
C22:6n3c4,c7,c10,c13,c16,c19	0,09	24	0,03	0,01	30,02	0,13	0,05

Tabla 9. Agrupaciones y relaciones entre ácidos grasos en el tejido intramuscular

AGS	46,90
AGM	41,02
AGPI	11,79
AGPI/AGS	0,25
n6	10,94
n3	0,85
n6/n3	12,84

4.3.- Depósito subcutáneo

En el tejido subcutáneo el número de observaciones (n) es de 23 y no de 24 como correspondería al análisis de 12 paletas con 2 repeticiones. Debido a un error en la metilación, el análisis de una de las muestras quedó invalidado.

En este tejido podemos apreciar que el ácido graso oleico (C18:1c9) aparece en cantidades mucho mayores que el resto (41.54%) y está casi en doble proporción con el siguiente ácido graso más importante en cuanto a la cantidad, que es el ácido palmítico (C16:0; 27.92%) (ver Tabla 10).

Además es de destacar que la cantidad de ácidos grasos monoinsaturados es mayor que los ácidos grasos saturados.

Referente al ratio n6/n3, vemos que con un valor de 13.53 es superior al valor recomendado, como en el caso del depósito intramuscular (ver Tabla 11).

La cantidad de los ácidos CLA suma un total de 0.31%, casi la misma cantidad que en el depósito intramuscular.

En lo que se refiere a la relación de AGPI/AGS es de 0.22. En este caso tampoco alcanza el nivel aconsejado por los nutricionistas.

Tabla 10. Composición en ácidos grasos del tejido subcutáneo

	x	n	sd	se	CV	máx	mín
C12:0	0,12	23	0,02	0,00	16,09	0,17	0,10
C14:0	1,84	23	0,26	0,05	14,20	2,78	1,55
C14:1c9	0,04	23	0,02	0,00	57,35	0,08	0,01
C15:0	0,09	23	0,03	0,01	29,40	0,18	0,05
C15:1	0,03	23	0,01	0,00	44,34	0,06	0,01
C16:0	27,92	23	4,68	0,98	16,75	43,44	23,30
C16:1c9	4,26	23	0,68	0,14	16,02	6,18	3,21
C17:0	0,28	23	0,09	0,02	31,88	0,57	0,16
C17:1c10	0,38	23	0,08	0,02	21,25	0,53	0,23
C18:0	11,65	23	2,00	0,42	17,17	16,76	8,26
C18:1t9	0,67	23	0,29	0,06	43,19	1,55	0,30
C18:1c9	41,54	23	8,59	1,79	20,67	51,04	10,77
C18:2n6t9t12	0,30	23	0,07	0,01	22,07	0,50	0,20
C18:2n6c9c12	7,66	23	1,52	0,32	19,79	13,48	5,83
C18:3n6	0,11	23	0,03	0,01	25,43	0,16	0,07
C20:0	0,11	23	0,02	0,00	19,20	0,18	0,08
C18:3n3c9,c12,c15	0,56	23	0,12	0,02	20,89	1,01	0,40
9c11tCLA	0,10	23	0,04	0,01	41,47	0,20	0,02
C20:1c11	0,98	23	0,17	0,03	17,09	1,58	0,71
9c11cCLA	0,15	23	0,03	0,01	17,83	0,21	0,11
9t11tCLA	0,06	23	0,02	0,00	28,22	0,11	0,03
C20:2c11,c14	0,33	23	0,16	0,03	46,48	0,71	0,07
C20:3n6c8,c11,c14	0,07	23	0,01	0,00	20,08	0,11	0,04
C22:0	0,03	23	0,01	0,00	34,54	0,04	0,01
C20:4n6	0,25	23	0,05	0,01	18,81	0,42	0,19
C22:1n9c13	0,34	23	0,63	0,13	184,80	3,22	0,04
C20:5n3	0,01	23	0,01	0,00	70,70	0,02	0,00
C24:1	0,05	23	0,01	0,00	17,71	0,08	0,04
C22:5c7,c10,c13,c16,c19	0,05	23	0,01	0,00	25,54	0,10	0,03
C22:6n3c4,c7,c10,c13,c16,c19	0,02	23	0,01	0,00	51,37	0,07	0,01

Tabla 11. Agrupaciones y relaciones entre ácidos grasos en el tejido subcutáneo

AGS	42,04
AGM	48,30
AGPI	9,35
AGPI/AGS	0,22
n6	8,71
n3	0,64
n6/n3	13,53

4.4.- Diferencias entre tejidos

Al comparar los resultados entre depósitos, parece haber importantes diferencias en ácido oleico y palmítico, pero cabe destacar la gran variabilidad encontrada entre muestras lo que hace pensar que no existen diferencias significativas entre los depósitos subcutáneo e intramuscular.

En la figura 7 se representan los contenidos de los ácidos grasos que aparecen en mayor proporción para ambos depósitos. En ella se indican los intervalos de confianza al 95% y puede verse como en todos los casos el rango donde se mueven los resultados se solapan, es decir, puede considerarse que no existen diferencias entre los tejidos subcutáneo e intramuscular.

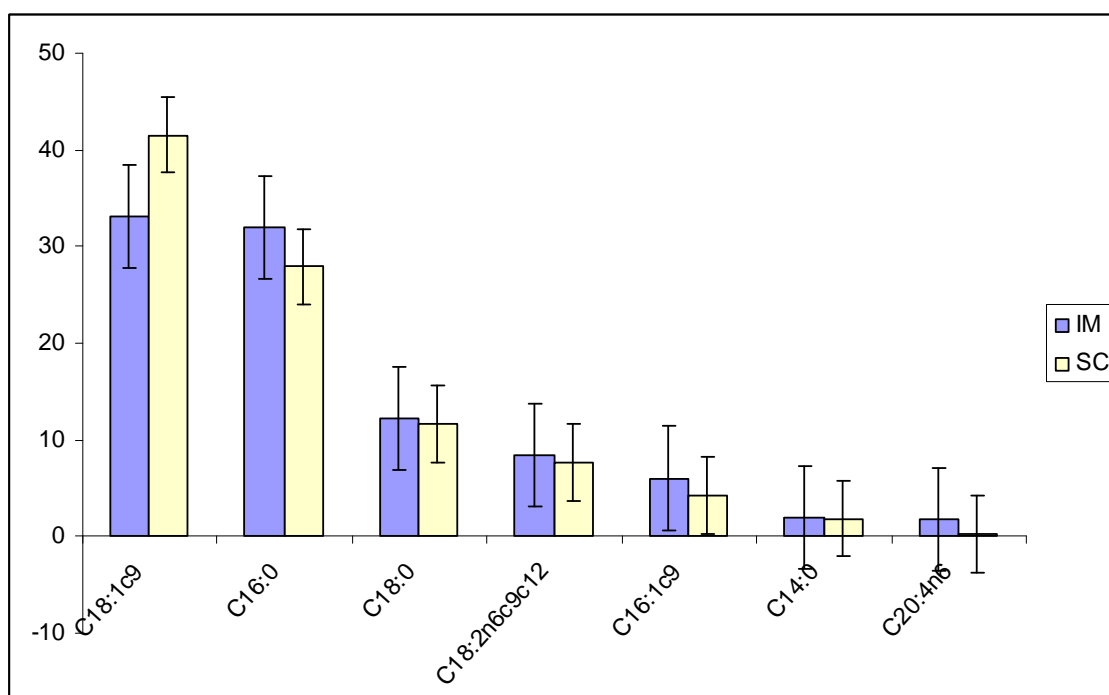


Figura 7. Contenido en ácidos grasos mayoritarios para los tejidos intramuscular (IM) y subcutáneo (SC). (Intervalo de confianza al 95%)

5.- DISCUSIÓN

5.- DISCUSIÓN

En este capítulo, la discusión se va a centrar en el depósito intramuscular, dado su mayor interés nutricional, el hecho de que los resultados del análisis de ambos depósitos se pueden considerar similares y la disponibilidad de información en otros tipos de jamón curado.

Los ácidos grasos mayoritarios son el C18:1c9 (ácido oleico) con un 33.13%, el C16:0 (ácido palmítico) con un 32.03% y el C18:0 (ácido esteárico) con un 12.16%. Los ácidos grasos CLA representan el 0.29% (Tabla 8). Tal y como aparece en la tabla 9, la relación AGPI/AGS es de 0,25 y en cuanto a los ácidos grasos omega 6 y omega 3, su relación es de 12.84.

Para empezar, tenemos que destacar que los resultados obtenidos son una media de los datos obtenidos de los análisis de 12 muestras diferentes. Por lo tanto, también es interesante observar el coeficiente de variación de cada uno. En este caso los tres ácidos grasos mayoritarios C16:0, C18:0 y C18:1c9 tienen unos coeficientes de variación de 16.83; 18.50 y 35.78 respectivamente (Tabla 8).

Está claro que en el caso del ácido oleico (C18:1c9), hay una gran variabilidad, la cantidad de este ácido no es homogénea entre las diferentes muestras. Aún así, la cantidad de ácido oleico ha tomado los valores más bajos entre los estudios comparados, a diferencia del ácido palmítico que está por encima de la media (Fernández et al. 2007; Gandemer, 2009; Jiménez-Colmenero et al. 2010).

Tabla 12. Comparación de los ácidos grasos y sus relaciones obtenidos en los análisis con los resultados de Fernández et al. (2007) en grasa intramuscular.

Ácido graso	Vasco	Serrano	Teruel	Dehesa	Huelva	Guijuelo
C12:0	0,14	0,13	0,12	0,06	0,05	0,06
C14:0	2,04	1,79	1,07	1,05	1,01	1,01
C16:0	32,65	27,10	25,70	23,95	23,48	22,68
C16:1c9	6,16	2,50	2,34	2,68	2,57	2,51
C18:0	12,39	12,98	16,29	11,29	11,22	12,43
C18:1c9	33,76	42,16	44,39	52,80	51,26	51,88
C18:2n6c9c12	8,64	10,59	7,45	5,68	7,52	6,35
C18:3n6	0,08	0,08	0,05	0,04	0,05	0,04
C18:3n3	0,51	0,53	0,48	0,42	0,36	0,37
C20:0	0,15	0,20	0,24	0,16	0,18	0,20
C20:1c11	0,99	0,88	0,97	1,11	1,21	1,54
C20:3n6	0,07	0,46	0,38	0,32	0,39	0,41
C20:4n6	2,05	0,29	0,18	0,17	0,42	0,19
C20:5n3	0,07	0,11	0,10	0,11	0,11	0,16
C22:5n3	0,21	0,10	0,08	0,06	0,07	0,06
C22:6n3	0,09	0,10	0,16	0,09	0,10	0,10
AGS	47,37	42,20	43,42	36,51	35,94	36,38
AGM	40,91	45,54	47,70	56,59	55,04	55,93
AGPI	11,43	12,08	8,75	6,79	8,90	7,58
AGPI/AGS	0,24	0,29	0,20	0,19	0,25	0,21
n-6	10,84	11,42	8,06	6,21	8,38	6,99
n-3	0,88	0,84	0,82	0,68	0,64	0,69
n-6/n-3	12,32	13,60	9,83	9,13	13,09	10,13

Tabla adaptada de Fernández et al. (2007)

Como se puede ver en la tabla 12, los ácidos grasos mayoritarios de nuestro estudio coinciden con los de Fernández et al. (2007). Vemos que en el caso del Cerdo Vasco, el ácido oleico toma valores más bajos que en los otros casos y el ácido palmítico supera los valores de los otros casos. De Daza et al. (2009), podemos deducir que la principal causa de esa diferencia puede ser la alimentación. El control y la manipulación de la alimentación porcina constituyen una herramienta útil para la obtención de productos curados con características sensoriales singulares (Serrano et al., 2007).

En el estudio citado (Daza et al., 2009) la materia grasa bruta compone el 3.74% de la dieta frente al 5 % del Cerdo Vasco (Tabla 6). De este 3.74%, el 56.83% es el ácido oleico, mientras que el ácido palmítico ocupa un 9.93%. Vemos que hay una gran diferencia entre los dos ácidos grasos.

Analizando los datos, se puede decir que en el caso del Cerdo Vasco debemos aumentar la cantidad de oleínas suministradas en el pienso y reducir la cantidad de ácido palmítico.

Para ello, la ingesta de bellota sería un factor clave dado que el 60.57% de los ácidos grasos totales de la bellota es el ácido oleico. El ácido oleico es uno de los ácidos grasos más importantes en cuanto a la cantidad y a la calidad. Se ha demostrado que el ácido oleico es saludable y por eso, los productos que contienen este ácido graso tienen un valor añadido. Por esta razón, este ácido graso tiene una atención especial en este trabajo. Conscientes de la dificultad que puede suponer suministrar bellota natural de la misma finca, dado que es un factor muy dependiente del clima y dada la inestabilidad climática de la zona, proponemos al ganadero añadir al pienso otras materia primas ricas en ácido oleico, pues en el fondo es más fácil modificar el perfil de ácidos grasos en el cerdo mediante piensos compuestos que mediante productos naturales directamente suministrados.

Otros estudios donde analizaban el contenido en ácidos grasos en jamón y en lomo de cerdo vasco también mostraron valores superiores de C18:1c9 y menores de C16:0 (Aldai, 1998; Alfonso et al., 2005).

Por ello, y con la intención de mejorar la calidad de los productos, sería interesante modificar las proporciones de los ingredientes de los piensos o cambiar alguno de los ingredientes con la intención de aumentar la cantidad de oleínas suministradas en la dieta.

A pesar de todo lo expresado hasta ahora, como ya se ha comentado anteriormente existe una gran variabilidad entre los resultados obtenidos entre las distintas paletas. Debemos tener en cuenta que debido a esos valores extremos (por ejemplo, 7.53% de ácido oleico y 42.92% de ácido palmítico) la media sufre variaciones considerables. De hecho, si no se tuvieran en cuenta estos valores, los valores medios se parecerían más a los resultados de otros jamones en otros trabajos.

En lo que a los ácidos grasos saturados (AGS) se refiere, el depósito intramuscular presenta mayores valores que los obtenidos por Fernández et al. (2007); Gandemer (2009); Jiménez-Colmenero et al. (2010). Los ácidos grasos monoinsaturados (AGM) aparecen en menor cantidad. Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) sin embargo, aparecen en cantidades similares.

Las relaciones entre ácidos grasos como son AGPI/AGS y $n6/n3$ aparecen en cantidades similares con algunos tipos de jamón, por ejemplo, los principales jamones producidos en España (Serrano, Teruel, Dehesa, Huelva y Guijuelo) (Fernández et al., 2007) y el jamón ibérico de bellota (Jiménez-Colmenero et al., 2010). Como se ha citado anteriormente en el apartado de introducción, el ratio AGPI/AGS se recomienda que sea mayor que 0.4. Como podemos ver en la tabla 4 (Jiménez-Colmenero et al., 2007) hay algunos casos en los que sí rebasan este valor. Casualmente, en estos casos los cerdos han sido alimentados con aceite de maíz o con suplementos de ácidos grasos monoinsaturados (AGM). De este modo, podemos recomendar al propietario de la explotación, aumentar la cantidad de materias primas ricas en oleico en su pienso, con el objetivo de mejorar el ratio AGPI/AGS y por lo tanto, la calidad del producto.

En cuanto al ratio $n6/n3$, se recomienda que sea inferior a 4 pero en este caso, es mucho mayor (12.84). Aún así es comparable con otros datos de la bibliografía consultada (tablas 2, 3 y 4), donde únicamente un tipo de jamón cumple esa recomendación. Este valor se ha conseguido con animales alimentados con ácidos grasos monoinsaturados y $n3$.

Por último, cabe señalar que los estudios comparados con el nuestro han analizado la composición de ácidos grasos en jamón (Aldai, 1998; Fernández et al., 2007; Gandemer, 2009; Jiménez-Colmenero et al., 2010) y lomo (Alfonso et al., 2005), a diferencia de nuestro estudio donde se analizaron paletas. Podría pensarse que este fuera otro factor determinante que explicase las diferencias halladas entre nuestros resultados y los estudios de los citados autores pero de Mourot (2009) podemos deducir que el porcentaje en ácidos grasos no varía de manera significativa entre las distintas piezas.

6.- CONCLUSIONES

6.- CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, en el presente trabajo fin de carrera se concluye que:

1. Tanto en el tejido intramuscular como en el subcutáneo fueron detectados 30 ácidos grasos de los cuales el ácido oleico (C18:1c9), el ácido palmítico (C16:0) y el ácido esteárico (C18:0) fueron mayoritarios.
2. No se aprecian diferencias significativas en la composición de ácidos grasos entre el tejido subcutáneo y el intramuscular.
3. Dada la importancia que tiene la alimentación en el contenido en ácidos grasos, se plantea estudiar un cambio en la alimentación con el objetivo de aumentar el contenido en ácidos grasos insaturados y reducir la cantidad de ácidos grasos saturados.
4. Aunque se ha encontrado una gran variabilidad en los resultados, las paletas analizadas parecen tener un menor contenido en ácido oleico frente a los valores estimados en productos curados obtenidos en otros tipos de animales y sistemas de producción.
5. Debido a la variabilidad encontrada entre las diferentes muestras, se propone profundizar en el análisis de la composición en ácidos grasos de productos curados de Cerdo Vasco con el fin de mejorar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aldai N. 1998. Efecto de la raza en la calidad del jamón curado de raza vasca. UPNA.
- Aldai N., Osoro K., Barrón L.J.R., Nájera A.I. 2006. Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (cis9trans11 and trans10cis12 isomers) and long-chain (n3 or n6) polyunsaturated fatty acids Application to the intramuscular fat of beef meat. *Journal of Chromatography A*, vol. 1110, 1-2 : 133-139.
- Alfonso L., Mourot J., Insausti K., Mendizabal J.A, Arana A. 2005. *Anim. Res.* 58: 33-42.
- BOPV, 16 de enero de 2004, nº 10. Reglamentación específica de la raza porcina “Euskal Txerria”
- www.botanical-online.com Última visita: 27/08/2010
- Carrero J.J, Martín-Bautista E., Baró L., Fonollá J., Jiménez J., Boza J.J:, López-Huertas E. 2005. Alimentos funcionales. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutrición Hospitalaria XX (1): 63-69*
- Daza A., Menoyo D., López-Bote C.J. 2009. Carcass Traits and Fatty Acid Composition of Subcutaneous, Intramuscular and Liver Fat from Iberian Pigs Fed in Confinement only with Acorns or a Formulated Diet. *Food Science and Technology International 15(6): 0563-569*
- Fernández M., Ordóñez J.A., Cambero I., Santos C., Pin C., de la Hoz L. 2007. Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chemistry 101: 107-112.*
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Índice de materias primas. Disponible en <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/listamp.html>. Última visita: 27/08/2010.

- Gandemer G. 2009. Review: Dry cured ham quality as related to lipis quality of raw material and lipid changes during processing. Grasas y aceites, 60, special issue: 297-307.
- Iriarte J.C., Alfonso L. 2000. El cerdo “Pío Negro” de raza Vasca. Una raza porcina tradicional de calidad diferenciada. Navarra Agraria 123: 34-42.
- ITG ganadero. Ganadería Navarra. Explotaciones. Maskarada. Disponible en www.itgganadero.com Última visita: 27/08/2010
- Jiménez-Colmenero F., Ventanas J., Toldrá F. 2010. Review: Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet. Meat Science 84: 585-593.
- Le Porc Basque. Euskal Txerria. Disponible en: www.porcbasque.fr Última visita: 27/08/2010
- Lobb K. 1992. Fatty Acid Clasification and Nomenclature. Fatty Acids in Foods and Their Health Implications: 1-16.
- Lopez-Bote C.J., Rey A.I., Ortiz L., Menoyo D. 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico conjugado. 2. Monogástricos. XX Curso de Especialización FEDNA: 103-122.
- Maskarada. Productos de cerdo de raza Euskal Txerria. Disponible en: www.maskaradadenda.com Última visita: 27/08/2010
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Alimentación. Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas. Disponible en: www.marm.es. Última visita: 27/08/2010.
- Mourot. J. 2009. Optimising the nutritional and sensorial profile of pork. En: Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat. CRC Press.
- Ruíz J., López-Bote C. 2005. Alimentación y calidad sensorial en cerdos destinados a la obtención de productos de calidad diferenciada. XXI Curso de Especialización FEDNA: 53-80.
- Serrano M.P., Valencia D.G., Mateos G.G., Lázaro R. 2007. Factores que influyen sobre la calidad del jamón en el cerdo blanco (I). Anaporc. Revista Oficial de la Asociación de Porcinocultura Científica. Vol. 4, nº 40:16-26.

- Serrano M.P., Valencia D.G., Mateos G.G., Lázaro R. 2007. Factores que influyen sobre la calidad del jamón en el cerdo blanco (II). Anaporc. Revista Oficial de la Asociación de Porcinocultura Científica. Vol. 4, nº 41:18-28.
- Simopoulos A.P. 2002. The importance of the ratio of omega6/omega3 essential fatty acids. Biomedicine & Pharmacotherapy vol. 56, 8: 365-379.
- Solaún I. 2010. Efecto de la dieta en la composición de ácidos grasos en muestras de corderos de raza Navarra de tipo ternasco. UPNA.
- Whittington F.M., Prescott N.J., Wood J.D., Enser M. 1986. The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs of 85kg live weight. Journal of the Science of Food and Agriculture vol. 37, 8: 753-761.
- Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. 2003. Review: Effects of fatty acids on meat quality. Meat Science 66: 21-32.
- Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I., Whittington F.M. 2008. Review: Fat deposition, fatty acid composition and meat quality. Meat Science 78: 343-358.
- Zlender B, Polak T., Spacapan D., Andronikov D., Gasperlin L. 2008. Influence of raw matter origin and production period on fatty-acid composition of dry-cured hams. Acta Agriculturae Slovenica, 92, 1: 53-60.

8.- ANEXO

8.- ANEXO

Anexo 1: Fórmula, nombre común y nombre sistemático de la clasificación de los ácidos grasos identificados en las muestras de paletas de Cerdo Vasco.

Fórmula	Nombre común	Nombre sistemático
C12:0	Ácido láurico	Ácido n-dodecanoico
C13:0	Ácido tridecílico	Ácido n-tridecanoico
C14:0	Ácido mirístico	Ácido n-tetradecanoico
C14:1c9	Ácido miristoleico	Ácido cis-9-tetradecenoico
C15:0	Ácido pentadecílico	Ácido n-pentadecanoico
C15:1	Ácido pentadecenoico	Ácido cis-10-pentadecenoico
C16:0	Ácido palmítico	Ácido n-hexadecanoico
C16:1c9	Ácido palmitoleico	Ácido cis-9-hexadecenoico
C17:0	Ácido margárico	Ácido n-heptadecanoico
C17:1c10	Ácido heptadecenoico	Ácido cis-10-heptadecenoico
C18:0	Ácido esteárico	Ácido n-octadecanoico
C18:1t9	Ácido elaídico	Ácido trans-9-octadecenoico
C18:1c9	Ácido oleico	Ácido cis-9-octadecenoico
C18:2n6t9t12	Ácido linolelaídico	Ácido trans,trans-9,12-octadecadienoico
C18:2n6c9c12	Ácido linoleico(LA)	Ácido cis-cis-9,12-octadecadienoico
C18:3n6	Ácido gamma-linolénico (GLA)	Ácido cis,cis,cis-6,9,12-octadecatrienoico
C20:0	Ácido araquídico	Ácido n-eicosanoico
C18:3n3c9,c12,c15	Ácido alfa linoleico (ALA)	Ácido cis,cis,cis-9,12,15-octadecatrienoico
9c11tCLA	Ácido ruménico	Ácido cis, trans-9,11-octadecadienoico
10t12cCLA		Ácido trans, cis-10, 12-octadecadienoico
C20:1c11	Ácido eicosenoico	Ácido cis-11-eicosenoico
9c11cCLA		Ácido cis,cis-9,11-octadecadienoico
9t11tCLA		Ácido trans,trans-9,11-octadecadienoico
C21:0	Ácido heneicosílico	Ácido heneicosanoico
C20:2c11,c14	Ácido eicosadienoico	Ácido cis,cis-11,14-eicosadienoico
C20:3n6c8,c11,c14	Ácido dihomo-gamma-linolénico	Ácido cis,cis,cis-8,11,14-eicosatrienoico
C22:0	Ácido behénico	Ácido n-docosanoico
C20:4n6	Ácido araquidónico (AA)	Ácido cis,cis,cis,cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico

C22:1n9c13	Ácido erúcico	Ácido cis-13-docosenoico
C20:5n3	Ácido eicosapentanoico (EPA)	Ácido cis,cis,cis,cis,cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico
C22:2c13,c16	Ácido docosadienoico	Ácido cis,cis-13,16-docosadienoico
C24:0	Ácido lignocérico	Ácido n-tetracosanoico
C24:1	Ácido nervónico	Ácido cis-15-tetracosenoico
C22:5n3c7,c10,c13,c16,c19	Ácido clupanodónico	Ácido cis,cis,cis,cis,cis-7,10,13,16,19-docosapentaenoico
C22:6n3c4,c7,c10,c13,c16,c19 (DHA)	Ácido docosahexaenoico (DHA)	Ácido cis,cis,cis,cis,cis,cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico